

en partie osseuses et en partie membraneuses, par conséquent susceptibles d'une certaine extensibilité; et, de plus, entre la dure-mère, très lâche, et les parois osseuses, existent des plexus multipliés et une graisse semi-fluide qui peut, de même que le sang, au besoin, refluer au dehors de la cavité rachidienne. Le liquide sous-arachnoïdien, de son côté, est commun aux deux cavités encéphalique et rachidienne, et peut facilement se porter de l'une à l'autre par l'intermédiaire du trou occipital. Si donc on suppose que la pression augmente dans la cavité crânienne au delà des limites compatibles avec le peu de compressibilité des parties contenues, le liquide céphalo-rachidien fuit devant cette pression et s'échappe dans le canal rachidien, dont les parois sont moins inextensibles, et dans lequel il remplace le sang veineux qu'il expulse. La pression vient-elle à cesser dans le crâne et la tendance au vide commence-t-elle à s'y manifester, le liquide vient y reprendre sa place, favorisé dans ce mouvement de reflux par l'élasticité en retour de toutes les parties qu'il a déplacées.

Mais si les parois crâniennes, au lieu d'être partout rigides, offrent par places des parois élastiques, le liquide céphalo-rachidien, ou directement le cerveau lui-même soulèvera ces parois à chaque mouvement d'expansion de la masse encéphalique sous l'influence de l'afflux sanguin. C'est ainsi qu'en examinant la tête d'un enfant nouveau-né (fontanelles), ou celle d'un adulte dont les parois crâniennes, ayant subi une déperdition de substance, laissent la dure-mère à découvert, on voit les membranes qui remplacent les parois osseuses être agitées d'un double soulèvement: l'un, plus faible, isochrone aux pulsations artérielles; l'autre, plus marqué, correspondant à l'expiration (arrêt de la circulation veineuse). Ces soulèvements ou oscillations peuvent être soumis à une analyse exacte, ainsi que le montrent les expériences de Salathé sur l'étude graphique des mouvements du cerveau<sup>1</sup>. Ces expériences, pratiquées à l'aide d'un tube communiquant, d'une part, avec la cavité crânienne, et, d'autre part, avec un tambour à levier, ont permis de suivre, chez les animaux, les moindres oscillations du liquide céphalo-rachidien, et de constater que ces oscillations, faibles avec une respiration calme, deviennent très prononcées dans les efforts, les cris. L'auteur a pu inscrire également des mouvements du cerveau chez l'homme, sur un malade qui, à la suite d'une fracture du frontal, n'avait à ce niveau le cerveau protégé que par des parties molles. Enfin, François Franck, étudiant les mouvements du cerveau chez une

<sup>1</sup> A. Salathé, *Recherches sur les mouvements du cerveau et sur le mécanisme de la circulat. des centres nerveux*, thèse doct. Paris, 1877. — François Franck, *Recherches critiques et expérimentales sur les mouvements alternatifs d'expansion et de resserrement du cerveau dans leurs rapports avec la circulation et la respiration* (*Journ. d'anat. et de physiol.*, mai 1877).

jeune femme qui, à la suite d'une large nécrose du pariétal droit présentait une dénudation de la dure-mère recouverte par des bourgeons charnus, a reconnu l'existence de *trois ordres* de mouvements du cerveau: 1<sup>o</sup> les *pulsations*, correspondant aux battements artériels; 2<sup>o</sup> les *oscillations*, mouvements plus étendus que produisent une inspiration et une expiration successives; 3<sup>o</sup> les *ondulations*, mouvements de variations lentes qu'on suppose subordonnés aux contractions rythmiques des vaisseaux (ou, pour mieux dire, à des changements rythmiques dans la tonicité des petits vaisseaux).

A cette question des *ondulations lentes*, considérées comme le fait de l'indépendance relative des circulations locales, se rattache naturellement l'étude de l'influence du sommeil et de l'activité des centres nerveux. Pour ce qui est du sommeil, nous avons déjà dit (p. 116) que le liquide céphalo-rachidien afflue dans le crâne, en même temps que le cerveau est anémié. Quant à l'activité cérébrale, comme l'a montré Mosso, elle se traduit par une ascension de la courbe de pression, c'est-à-dire qu'alors les hémisphères cérébraux deviennent comme turgescents; il y a hyperémie de la substance cérébrale pendant son état d'activité.

#### VI. — SYSTÈME DU GRAND SYMPATHIQUE

Le grand sympathique se compose d'une série de *ganglions* disposés le long de la colonne vertébrale, un de chaque côté pour chaque vertèbre (excepté à la région cervicale, où il y a fusion en trois gros ganglions): les ganglions d'un même côté sont réunis entre eux par des commissures, d'où résultent des cordons en chapelets.

De plus ces *amas globulaires* envoient des commissures, d'une part, vers la moelle épinière (*rami communicantes*); d'autre part, vers les viscères et vers tous les organes en général (*nerfs du grand sympathique*). A une certaine distance de la chaîne du grand sympathique, sur le trajet de ces commissures allant soit à la moelle, soit aux viscères, se trouvent de nouvelles masses ganglionnaires; ce sont de nombreux amas globulaires échelonnés sur les nerfs du grand sympathique; le plus remarquable de ces amas est le *ganglion semi-lunaire* que Bichat appelait le *cerveau abdominal*; enfin, encore plus loin, sur le trajet des nerfs viscéraux, au moment où ils se distribuent dans les viscères, on trouve une nouvelle série de ganglions disséminés dans l'épaisseur des parois des organes, et d'ordinaire de dimensions microscopiques: tels sont ceux que l'on trouve dans l'épaisseur des parois intestinales, dans la charpente musculaire du cœur, sur les bronches, etc. (*ganglions viscéraux* ou *parenchymateux*).

Le système nerveux grand sympathique ainsi constitué repré-

sente-t-il un système nerveux indépendant du système céphalo-rachidien ? C'est ce qu'on a cru longtemps ; c'est ce que pensait Bichat. On en faisait alors le siège de toute une série de phénomènes nerveux plus ou moins mystérieux, que l'on décorait du nom de *sympathies*, et dans lesquels nous ne voyons aujourd'hui que des *réflexes*. On a reconnu en même temps que le grand sympathique n'est nullement un système à part ; il partage les propriétés et les fonctions du système médullaire et s'associe à lui.

En effet, les propriétés et fonctions du système nerveux grand sympathique sont assez analogues à celles du système cérébro-spinal pour que nous puissions nous borner ici à quelques rapides indications, d'autant que d'une part ce qui concerne l'innervation spéciale de chaque viscère sera indiqué à propos de la physiologie de l'appareil correspondant, et que, d'autre part, les *nerfs vaso-moteurs*, qui sont la partie la plus importante du système grand sympathique, seront étudiés à part, à propos de l'innervation de l'appareil de la circulation.

Le sympathique contient des fibres nerveuses *sensitives et motrices*, et ces fibres sont en rapport avec l'axe cérébro-spinal.

En effet, quoique les viscères innervés par le sympathique ne soient, à l'état normal, le siège que de sensations extrêmement obtuses, il n'en est pas moins vrai que l'expérience directe, par excitation portant sur les plexus nerveux viscéraux, réveille des *sensations douloureuses* chez les animaux. Flourens, Müller, Longet, ont constaté que l'irritation mécanique ou chimique des ganglions semi-lunaires, des plexus rénaux, des ganglions cervicaux et lombaires, des grands nerfs splanchniques, etc., provoquent des manifestations indubitables de douleur, manifestations qui cependant ne sont jamais aussi vives ni surtout aussi rapides que celles produites par l'excitation d'un nerf sensible de la vie animale. Les sensations douloureuses qui accompagnent les divers états pathologiques des viscères mettent du reste hors de doute cette sensibilité du sympathique. « Si l'on voulait, dit Longet, regarder avec Reil, les ganglions comme des demi-conducteurs qui arrêtent ordinairement la propagation des impressions faibles et ne laissent passer que celles qui ont beaucoup d'intensité, on s'expliquerait, d'une part, comment dans l'état de santé nous pouvons n'avoir point conscience d'impressions faites à des viscères, qui, au contraire, deviennent douloureux dans l'état de maladie, et comment, d'autre part, des ganglions qui d'abord paraissent insensibles (à l'excitation expérimentale), deviennent sensibles à la suite d'une excitation directe, forte et suffisamment prolongée. »

La *motricité* du grand sympathique est plus facile encore à mettre en évidence par des excitations expérimentales : en touchant les ganglions solaires avec un fragment de potasse, Longet a vu, au bout de quelques secondes, les mouvements péristaltiques de l'intestin se produire d'une manière très vive. On sait que l'excitation des nerfs cardiaques sympathiques accélère les mouvements du cœur. Remarquons toutefois que parmi les nerfs sympathiques moteurs ou centrifuges, il en est qui appartiennent à la classe des nerfs modérateurs ou d'arrêt, c'est-à-dire que leur excitation produit un arrêt dans les contractions des parois musculaires, arrêt qui doit être considéré non comme le résultat d'une action directe sur les parois musculaires en question, mais bien d'une action sur les ganglions périphériques placés sur le trajet des plexus. C'est là une question dont nous examinerons avec détail la théorie (interférence nerveuse) à propos des nerfs vaso-moteurs (action des vaso-dilatateurs). Pour nous en tenir pour le moment seulement aux faits, rappelons que si l'excitation des ganglions solaires ou coeliaques produit des mouvements dans l'intestin, l'excitation agit d'une manière bien différente selon qu'elle s'adresse à tel ou tel ordre de nerfs afférents à ces ganglions (pneumogastrique et splanchnique) ; l'excitation du pneumogastrique réveille ou exagère les mouvements du canal intestinal ; l'excitation des nerfs grands splanchniques immobilise ce canal, paralyse ses tuniques musculaires (Pflüger).

Les conducteurs sensitifs ou centripètes, et les conducteurs moteurs ou centrifuges sont intimement mêlés dans les cordons et filets du sympathique, lesquels par conséquent sont mixtes. Comme pour les nerfs de la vie de relation, la séparation systématique entre les deux ordres de conducteur ne se fait qu'au niveau de leur émergence de la moelle, au niveau des racines rachidiennes : c'est dans les racines antérieures des nerfs spinaux que sont tous les conducteurs de motricité ; c'est probablement dans les racines postérieures de ces nerfs que sont contenus tous les conducteurs de la sensibilité.

D'après ce qui précède, on voit que les filets nerveux du sympathique sont excitables par les mêmes agents que les nerfs rachidiens, par l'électricité, par les agents chimiques ; mais l'excitant physiologique que nous avons désigné précédemment sous le nom de *volonté* n'a pas d'action sur ce système : aussi les mouvements qui se produisent dans le domaine du grand sympathique sont tous *involontaires*. D'autre part, ces mouvements, lorsqu'ils sont produits par l'excitation artificielle du nerf, mettent un certain temps à se produire ; ils apparaissent lentement et cessent lentement. Cette nouvelle différence tient autant à la nature des fibres nerveuses

sympathiques, qui sont surtout des fibres de Remak (V. p. 26 et 28), qu'à la nature des muscles auxquels elles se distribuent (V. plus loin, *Muscles lisses*).

Le grand sympathique possède donc des fibres nerveuses qui fonctionnent par une *conduction centripète* et d'autres qui fonctionnent par une *conduction centrifuge*. Il peut ainsi prendre part à des *réflexes*; et, en effet, dans la classification des réflexes que nous avons donnée (p. 69), nous avons vu que ces phénomènes pouvaient trouver l'une de leurs voies (la centrifuge ou la centripète), ou même tous les deux à la fois, dans les nerfs du sympathique. Les réflexes auxquels nous faisons allusion alors avaient, du reste, leurs centres dans le système médullaire. Mais ici se présente, sous une nouvelle forme, la question de l'indépendance du grand sympathique. Les réflexes qui ont ce nerf pour voie de conduction peuvent-ils avoir pour centre uniquement des ganglions sympathiques, de façon à ne rien emprunter (ni comme conducteur, ni comme centre) au système céphalo-rachidien? On a cru longtemps à cette indépendance complète, et c'est dans cette pensée que Bichat donnait aux ganglions semi-lunaires le nom de *cerveau abdominal*. On faisait donc présider le grand sympathique, comme centre, aux fonctions des viscères en général, et plus particulièrement aux fonctions de nutrition.

Les expériences de Cl. Bernard ont montré que le *ganglion sous-maxillaire* peut servir de centre à la sécrétion salivaire. A part ce rôle du ganglion sous-maxillaire, les expériences les plus attentives n'ont pu démontrer des fonctions centrales dans aucun des autres ganglions placés sur le trajet des rameaux du grand sympathique. Il n'en serait pas de même des petits ganglions placés sur les rameaux terminaux de ces nerfs, dans l'épaisseur même des viscères; ces derniers ganglions serviraient de centres aux mouvements partiels des muscles viscéraux, et régleraient, par exemple, les *contractions péristaltiques* des parois intestinales. Les autres ganglions (ganglion de Wrisberg, ganglions semi-lunaires, ganglions du plexus hypogastrique, etc.) pourraient tout au plus être considérés comme des centres provisoires, des lieux de relais où s'accumulerait l'action nerveuse venue de plus haut. Nous aurons à revenir sur ces interprétations encore bien obscures en étudiant les vaso-moteurs.

Il est donc reconnu aujourd'hui que la plupart des phénomènes nerveux des fonctions viscérales ont pour centre la moelle épinière, et que, même pour ses fonctions *vaso-motrices* (V. *Circulation*), le grand sympathique n'a qu'une force d'emprunt provenant de la partie supérieure de l'axe nerveux rachidien; il en est de même

pour son influence sur le cœur, et pour la plupart des réflexes viscéraux, dont le centre se trouve dans la *moelle*, de telle sorte que l'expression même de *système grand sympathique* ne signifie plus rien aujourd'hui. Du reste, le nerf pneumo-gastrique présente, sous bien des rapports physiologiques, de même que pour plus d'un point de sa constitution anatomique, les plus grandes analogies avec les rameaux dits sympathiques. Aussi, de même que nous avons remis à l'étude des différentes fonctions auxquelles ils sont annexés l'analyse du rôle des divers rameaux du pneumo-gastrique (allant au cœur, au poumon, au tube digestif), de même il n'y a pas lieu d'entrer ici dans le détail des fonctions d'innervation du grand sympathique. En étudiant l'œil et l'innervation de l'iris, nous examinerons le rôle oculo-pupillaire de ce nerf; en étudiant l'innervation du cœur, nous nous expliquerons sur le rôle de ses filets cardiaques; enfin, en étudiant la circulation et l'innervation des parois vasculaires, nous aurons à nous étendre longuement sur les nerfs *vaso-moteurs*.

RÉSUMÉ. — Les éléments nerveux sont des *cellules* (en général multipolaires) et des *fibres* ou *tubes nerveux*; les fibres dites de Remak sont bien des éléments nerveux. La partie essentielle du tube nerveux est le *cylinder axis*, qui représente un véritable prolongement de la cellule nerveuse (*prolongement axile*).

Ces éléments nerveux se nourrissent en consommant plus d'albuminoïdes que d'hydrocarbures; de plus l'état d'activité d'un nerf, comme d'un centre nerveux, est accompagné de production de chaleur.

Les tubes nerveux servent comme conducteurs de l'agent nerveux, lequel ne saurait être identifié à l'électricité, mais est constitué par une vibration moléculaire qui se propage avec une vitesse seulement de 28 à 30 mètres par seconde.

Cette conduction est *indifférente* (expérience de P. Bert, avec la queue de rat greffée par son extrémité périphérique); mais, vu les connexions normales des nerfs, cette conduction se manifeste pour certains nerfs exclusivement de la périphérie au centre (*nerfs sensitifs*), et pour certains autres nerfs exclusivement du centre à la périphérie (*nerfs moteurs*). Dans ces conditions, les tubes nerveux associés aux cellules forment la chaîne dans laquelle se produisent les actes réflexes, qui sont la forme élémentaire de tout fonctionnement du système nerveux.

De tous les excitants des nerfs, l'électricité est le plus énergique. Cette excitabilité du nerf est modifiée par diverses circonstances et par divers poisons, dont les uns (*curare*) agissent uniquement sur les nerfs moteurs (ou plutôt sur leurs organes terminaux périphériques), tandis que les autres agissent plus spécialement sur les nerfs sensitifs (ou sur les centres nerveux correspondants).

La moelle est le principal centre des phénomènes réflexes considérés comme mouvements succédant à une impression non sentie.

Les nerfs *ofactif, optique, acoustique* sont des nerfs d'une sensibilité spéciale, c'est à-dire qui, par quelque mode qu'ils soient excités, ne donnent que des sensations d'olfaction, de vue, d'ouïe.

Les nerfs moteur oculaire commun, pathétique, moteur oculaire externe, sont des nerfs exclusivement moteurs pour les muscles de l'œil.

Le trijumeau est moteur et sensitif : 1° moteur par sa petite racine (nerf masticateur) pour tous les muscles de la mâchoire, mais non pour le buccinateur. Il innerve encore le mylo-hyoïdien et le ventre antérieur du digastrique (muscles abaisseurs de la mâchoire ; 2° sensitif ; a) sensibilité générale de toute la face ; b) sensibilité spéciale (gustative) par le nerf lingual.

Le facial est essentiellement moteur (tous les muscles de la face, y compris le buccinateur) ; c'est le nerf de l'expression. Il donne encore des rameaux aux muscles de l'oreille moyenne et des filets sécrétoires (corde du tympan) aux glandes salivaires (nerfs vaso-moteurs).

Le glosso-pharyngien est un nerf mixte : 1° moteur pour le pharynx ; 2° sensitif : a) sensibilité générale de l'isthme du gosier ; b) sensibilité spéciale (gustative) de la base de la langue.

Le pneumogastrique est un nerf mixte trisplanchnique pour : 1° l'appareil respiratoire (sensibilité et mouvements du larynx, trachée et ses sécrétions, poumon) ; 2° le cœur (rôle modérateur emprunté au spinal) ; 3° l'appareil digestif.

Le nerf spinal est uniquement moteur ; son rameau interne est destiné au cœur (modérateur) et au larynx (par le nerf récurrent du pneumogastrique) ; son rameau externe innerve le sterno-cléido-mastoïdien et le trapèze.

Le nerf grand hypoglosse est essentiellement le nerf moteur de la langue.

Les nerfs rachidiens sont mixtes dans tout leur trajet, excepté au niveau de leurs racines ; les racines postérieures sont sensitives, les antérieures motrices (sensibilité récurrente très importante, car la récurrence de fibres sensitives à la périphérie des nerfs explique des faits cliniques longtemps mal interprétés). Le ganglion des racines postérieures est le centre trophique de ces racines.

La moelle : I, par ses cordons blancs et par sa substance grise, joue le rôle de conducteur :

a) Les *cordons postérieurs* représentent surtout des commissures médullaires longitudinales ; mais ils renferment de plus des conducteurs spiciaux pour la sensibilité tactile.

b) Les *cordons latéraux* (antéro-latéraux) sont composés : 1° de fibres centripètes ou conductrices de la sensibilité (partie postérieure et interne des cordons latéraux proprement dits) ; 2° de fibres centrifuges motrices volontaires, les unes entre-croisées déjà au niveau du collet du bulbe (cordons latéraux), les autres ne subissant leur décusation que dans leur trajet médullaire (cordons antérieurs) ; 3° le reste des cordons antéro-latéraux est formé de fibres commissurales médullaires longitudinales.

c) Les cordons gris centraux sont les principaux conducteurs de la sensibilité ; ils sont le siège d'une conduction *indifférente*, c'est-à-dire qui ne permet de concevoir ni l'existence de conducteurs spéciaux pour chaque variété de sensation, ni un trajet régulièrement et complètement croisé pour chacun de ces conducteurs.

II. Par sa substance grise, la moelle est le centre des actes réflexes dont les associations s'expliquent facilement par les rapports de voisinage des noyaux des nerfs (notamment les noyaux des nerfs bulbaires).

Les actes *réflexes* sont les actes nerveux les mieux connus : ils se produisent selon des lois désignées sous les noms de lois de l'*unilatéralité*, de la *symétrie*, de l'*intensité*, de l'*irradiation*, et de la *généralisation*. De plus, par exemple sur une grenouille décapitée ces mouvements réflexes présentent une certaine association, une *adaptation à certains actes* (actes de *défense*).

La protubérance paraît être le siège de ce qu'on nomme les *sensations brutes*.

La couche corticale des hémisphères (substance grise des circonvolutions) est le siège des perceptions avec mémoire, c'est-à-dire des idées, de l'*intelligence* et de l'instinct. Il n'est pas encore possible d'y localiser chaque faculté. Les seules localisations bien établies, grâce aux expériences toutes faites que fournit la clinique et l'autopsie, sont relatives à la fonction du langage et nous montrent des régions corticales qui doivent être considérées comme les organes de la mémoire visuelle, de la mémoire auditive, de la mémoire des mouvements graphiques et vocaux du langage. Les études de Broca sur la troisième circonvolution frontale, dite *circonvolution de Broca*, ont été le point de départ de ces connaissances nouvelles.

Les corps striés sont des centres *excito-moteurs*.

Il en est peut-être de même des *couches optiques*.

Les tubercules quadrijumeaux sont le centre des nerfs optiques : ils président aux *mouvements de l'iris*.

On a fait du cervelet le centre génital et le centre coordinateur des mouvements de locomotion.

Le liquide céphalo-rachidien, répandu dans les *espaces sous-arachnoïdiens*, ne renferme presque pas d'albumine (pas coagulable par la chaleur) ; ce liquide a pour usage de mettre l'axe encéphalo-médullaire à l'abri des compressions produites par l'afflux intermittent du sang dans le crâne (contraction cardiaque, et intermittence de la circulation veineuse sous l'influence respiratoire).

Le *sommeil* est un état de repos des fonctions de relation, caractérisé surtout par l'arrêt total ou partiel des fonctions des centres cérébraux ; il y a alors *anémie* de l'encéphale. L'entrée en action de divers centres cérébraux, le plus souvent sous l'influence d'excitations extérieures, produit les rêves.

Pour les fonctions du *grand sympathique*, voyez : Innervation des vaisseaux (nerfs vaso-moteurs), du cœur, des glandes et des viscères en général (chap. *Digestion et Circulation*).